

明 細 書

弾性表面波装置

技術分野

- [0001] 本発明は、特に外部から掛かる圧力や内部圧力の変化に強く、かつ温度サイクルなどの信頼性に優れた弾性表面波装置に関するものである。

背景技術

- [0002] 従来、この種の弾性表面波装置は小型・低背化を実現するため、アルミナ製の実装基板の上面に半田バンプを形成し、弾性表面波素子を表面波伝搬面が下となるように半田バンプにより接合し、弾性表面波素子の周囲を封止樹脂層で被覆していた。
- [0003] 日本特許公開公報平8-204497号などに記載された従来の弾性表面波装置は、図3Aに示すように、封止樹脂1と実装基板2と半田バンプ3と弾性表面波素子4とから構成されている。
- [0004] しかしながら、従来の構成では、弾性表面波素子4と実装基板2との接続に用いているバンプ3は半田材料のみで形成されており、外装も樹脂層のみで構成されていた。そのため、外部から強い圧力が掛かると図3Bに示すようにバンプが大きく潰れ、オープン不良やショート不良など電気特性に不具合を生じることがあるという課題を有していた。

発明の開示

- [0005] 本発明の弾性表面波装置は、封止樹脂を3層構造とし、最外層の樹脂よりも中間層の樹脂の弾性率が大きく、最外層の樹脂よりも最内層の樹脂の弾性率が小さい構成とするものである。
- [0006] この構成により、外部から強い圧力が掛かった際のバンプの潰れが抑制され、オープン不良やショート不良など電気特性の不具合を回避でき、かつ温度サイクルなどに対して高い信頼性を有する。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]図1は本発明の実施の形態1における弾性表面波装置の断面図である。

[図2]図2は本発明の実施の形態2における弾性表面波装置の断面図である。

[図3A]図3Aは従来の弾性表面波装置の断面図である。

[図3B]図3Bは従来の弾性表面波装置の断面図である。

符号の説明

- [0008] 11 弾性表面波素子
 12a 櫛形電極
 12b PAD電極
 13 実装基板
 14a, 14b PAD電極
 15 再配線層
 16a, 16b ビア電極
 17 バンプ
 20 間隙
 21 封止樹脂
 21a 第1の樹脂
 21b 第2の樹脂
 21c 第3の樹脂
 100 弾性表面波装置

発明を実施するための最良の形態

- [0009] (実施の形態1)

以下、実施の形態1を用いて、本発明における弾性表面波装置について、図面を参照しながら説明する。

- [0010] 図1は、本発明の実施の形態1における弾性表面波装置の断面図である。

- [0011] 図1に示すように、本発明の弾性表面波装置100は、実装基板13と弾性表面波素子11がバンプ17を介して接続され、弾性表面波素子11が封止樹脂21で絶縁被覆されている。

- [0012] 本実施の形態1では、弾性表面波素子11として LiTaO_3 単結晶を用いたが、 LiNbO_3 や水晶などの他の単結晶あるいは圧電セラミックスなどを選択することができる。

- [0013] 弾性表面波素子11の主面(第1面)11aには弾性表面波を励振するための楕形電極12a、パッド(PAD)電極12b、配線電極(図示なし)などの電極が形成されている。これらの電極材料としては特に限定されないが、楕形電極12aには軽量のAl系を用いることが望ましく、PAD電極12bには、はんだ材料との接続信頼性を高めるため、最表面にAuを含む材料を用いることが望ましい。弾性表面波素子11の主面に形成する電極パターンは、特に限定されず、公知の弾性表面波フィルタや弾性表面波共振子などを形成することができる。
- [0014] 実装基板13にはアルミナを用いたが、他のセラミックスやガラスセラミックス、樹脂基板などの絶縁性材料を選択することができる。実装基板13は、表面にPAD電極14a、裏面にPAD電極14bを備え、さらに基板内部には再配線層15を有する。PAD電極14aと再配線層15、またはPAD電極14bと再配線層15間には、これらを接続するためのビア電極16a、16bが形成されている。なお、ここでは再配線層として電極層を1層で構成したが、必要に応じて2層以上の電極層を有する実装基板を用いてもよい。
- [0015] 実装基板13に使用される電極材料は基板材料の種類に応じて、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、銀(Ag)、銅(Cu)など適合可能な材料を選択することができる。そして、PAD電極14a、14bの表面には、はんだ材料との接続信頼性を高めるため、ニッケル／金(Ni／Au)めっきなどを施すことが望ましい。なお、表面のPAD電極14aについては、小径化を図るため、ビア電極の上面に直接Ni／Auめっきなどを施しただけでもよい。
- [0016] 弾性表面波素子11は、励振部となる楕形電極12aが形成された主面が下側になるように、実装基板13の上面に配置され、バンプ17で両者のPAD電極12bと14aが固定され、かつ電氣的にも接続されている。
- [0017] バンプ17として、低コストのはんだバンプを用いている。はんだ材料としては環境面から鉛フリー半田が望ましい。本実施の形態1では、Sn-Ag-Cuを成分とするはんだ材料を用いたが、その他の成分のものでもよい。また、それらの組成比についても、接続信頼性などの観点から適当なものを選択することができる。
- [0018] 弾性表面波素子11と実装基板13の間には弾性表面波の励振を阻害しないため

の間隙(振動空間)20が形成される。封止樹脂21は、実装基板13上で、弾性表面波素子11を覆うように封止している。ここで、間隙20の距離を約 $50\mu\text{m}$ とする。

[0019] 実施の形態1において、封止樹脂21は、第1の樹脂21a、第2の樹脂21bおよび第3の樹脂21cからなる三層が積層された構造を有する。第1の樹脂21aは弾性表面波素子11の裏面11bと側面および実装基板13の上面の一部を覆っている。第2の樹脂21bは第1の樹脂21aを覆い、第3の樹脂21cは第2の樹脂21bを覆っている。ここで第1の樹脂21aは、弾性表面波素子11の裏面11b付近(例えば、図2に示す線L1上)での厚さが約 $20\mu\text{m}$ 、側面付近(例えば、図2に示す線L2上)での厚さが約 $15\mu\text{m}$ であって、硬化後の体積弾性率(以下、弾性率)は約 2GPa であるとする。また、第2の樹脂21bの弾性表面波素子11の裏面11b付近(例えば、図2の線L1上)での厚さが約 $60\mu\text{m}$ であって、硬化後の弾性率は約 18GPa であるとする。また、第3の樹脂21cの硬化後の弾性率は約 9GPa であるとする。

[0020] 第3の樹脂21cは、弾性表面波装置100の裏面および側面の一部を形成する。従って、第3の樹脂21cの弾性率や線膨張係数は弾性表面波装置100の温度サイクルなどの信頼性に大きく影響する。第3の樹脂21cの弾性率や線膨張係数が大きすぎると温度変化によって封止樹脂21が大きく変形するため、弾性表面波装置100がたわみ、はんだバンプ17の内部または接続部分にクラックが入ることがある。したがって第3の樹脂21cは、弾性率が 10GPa より小さく、弾性表面波装置100の表面の強度を維持するため 5GPa 以上であることが好ましい。そして線膨張係数が $50\text{ppm}/^\circ\text{C}$ より小さいことが好ましく、弾性表面波素子11の線膨張係数と同程度であることがより好ましい。

[0021] 第2の樹脂21bは第3の樹脂21cよりも弾性率が高い。そのため、弾性表面波装置に対して外部から大きな圧力が加えられた際には、第2の樹脂21bがその圧力を受け止め、バンプ17に加えられる圧力を低減することができる。それにより、バンプ17の潰れによる故障を防ぐことができる。また、弾性表面波装置100内部の圧力が上がった際には、封止樹脂21が変形することを防ぐ効果を有している。

[0022] 弾性表面波装置100が電子部品モジュールとして使用される場合、トランスファー成形(Transfer molding)など2次モールドが行われる場合がある。この時、例えば

、10Mpa(100bar)程度の高圧力が弾性表面波装置10に加えられることになる。このような高い圧力に耐えるために、第2の樹脂21bの弾性率は10GPaよりも大きいことが好ましく、15GPa以上であることがより好ましい。

[0023] また、トランスファー成形は、例えば170℃以上の高温で行われるため、第2の樹脂21bはガラス転移温度(T_g)が100℃より高いことが好ましく、170℃以上であることがより好ましい。

[0024] 直接弾性表面波素子11に接する第1の樹脂21aは、第3の樹脂21cよりも弾性率が小さい。温度変化によって封止樹脂21と弾性表面波素子11との膨張収縮差から発生する応力を第1の樹脂21aによって吸収し低減することができる。そしてバンプ17の接続部分に掛かる応力を大幅に低減することができ、温度サイクルなどにおける信頼性を高めることができる。

[0025] 第1の樹脂21aの弾性率は、封止樹脂21から弾性表面波素子11に加えられる応力を低減できるように、5GPaより小さいことが好ましく、3GPaより小さいことがより好ましい。

[0026] 封止樹脂21の材料としては特に限定されるものではないが、不純物が少ない点からエポキシ系の樹脂が望ましい。また、樹脂21の弾性率や線膨張係数は、配合されるフィラー等の材料物性や成分比や、あるいはフィラーの粒径やフィラーの配合比、などにより調整することができる。なお、第1の樹脂21a、第2の樹脂21bおよび第3の樹脂21cは夫々異なる樹脂であってもよい。あるいは、同一の樹脂を用いて、夫々に充填されるフィラーの種類や配合量を変えることで3層の封止樹脂21を構成してもよい。さらに、封止樹脂21を4層以上で構成することも出来る。

[0027] なお、封止樹脂21を3層に形成する方法としては、種々の製造方法がある。最初に、熱硬化性のエポキシ樹脂と充填材とからなる第1の樹脂組成物を、弾性表面波素子11を覆うように塗布後、硬化させて、第1の樹脂21aを形成する。次に、硬化した第1の樹脂21aを覆うように、第2の樹脂組成物を塗布後、硬化させて第2の樹脂21bを形成する。最後に、硬化した第2の樹脂21bを覆うように、第3の樹脂組成物を塗布後、硬化させて第3の樹脂21cを形成することが出来る。

[0028] 封止樹脂21の他の製造方法としては、第2の樹脂として、弾性率が5～10GPaの

樹脂フィルムを用い、その一方の面に、所定の樹脂組成物の第3の樹脂層21cを形成し、他方の面には第1の樹脂層21aを形成する。このようにして作製された積層シートを、第1の樹脂層21aを介して、加熱下に弾性表面波素子11に貼り付けることが出来る。

[0029] 弾性表面波素子11の裏面11bに形成される第1の樹脂21aの厚さは、実装基板13の上面に形成される第1の樹脂21aの厚さとほぼ同じであることが好ましい。外部から強い圧力が加えられた際であって、かつ実装基板13上の第1の樹脂21aの弾性率が低いために潰れた場合、弾性表面波素子11上の第1の樹脂21aが同じ厚みだけ潰れる。それによって、弾性表面波素子11には大きな応力が加えられず、バンプ17の潰れを防ぐことができる。

[0030] 弾性表面波素子11の裏面11bに形成される第1の樹脂21aの厚さが、実装基板13の上面に形成される第1の樹脂21aの厚さよりも薄い場合、上記のような効果はない。これとは逆に、弾性表面波素子11の裏面11bに接する第1の樹脂21aの厚さが、実装基板13の上面に形成される第1の樹脂21aの厚さよりも厚い場合、弾性表面波素子11の裏面11bに接する第2の樹脂21bが薄くなり、弾性表面波素子11の裏面11bの封止樹脂21の強度が低下する。

[0031] 弾性表面波素子11の側面に形成される第1の樹脂21aの厚さは、弾性表面波素子11と実装基板13との間の間隙(振動空間)20の高さの $1/10 \sim 1/2$ であることが好ましい。第1の樹脂21aの厚さが振動空間の高さの $1/2$ より大きい場合、外部からの強い圧力によって第1の樹脂が潰された場合、弾性表面波素子11の側面に掛かるせん断応力が大きくなり、バンプ17に掛かる応力が大きくなるからである。逆に第1の樹脂21aの厚さが振動空間の高さの $1/10$ よりも薄い場合、封止樹脂21から弾性表面波素子11へ加えられる応力を低減するという効果が得られにくくなるからである。

[0032] (実施の形態2)

以下、実施の形態2を用いて、本発明について説明する。実施の形態1と同一の要素には同一の符号を付して説明を簡略にする。

[0033] 実施の形態1にかかる発明では弾性表面波素子と実装基板にはさまれた空間には

封止樹脂が入り込んでいないが、本実施の形態2にかかる発明では、弾性表面波素子と実装基板にはさまれた空間の一部に第1の樹脂および第2の樹脂が入り込んで、介在している点で実施の形態1と相違する。

[0034] 図2においては、弾性表面波素子11と実装基板13との間の間隙(振動空間)20の外縁部20aに、弾性率が高い第2の樹脂21bが存在している。このことにより、弾性表面波装置に外部から強い圧力が加えられた場合でも、弾性表面波素子11が落ち込んでバンプ17が潰れることがなく、さらに高強度な弾性表面波装置にすることができる。

[0035] 弾性表面波素子11と実装基板13との間の空間に存在させる第2の樹脂21bの量としては、弾性表面波の振動を阻害しない範囲で適当な量を決めることができる。このような形状にするためには、少なくとも第1の樹脂21aとしてフィルム状の樹脂を用い、真空ラミネートを行うことにより実現することができる。

[0036] 弾性表面波素子11と実装基板13との間の間隙20の外縁部20aに存在する第2の樹脂の中にフィラーを存在させることによって、例えば高温で樹脂成分の弾性率が低下するような場合でも第2の樹脂21bの強度を維持でき、バンプ17の潰れを防ぐことができる。

[0037] フィラーとしては、無機材料や金属材料などから選択することができ、具体的には、高強度で分散性や流動性などが優れている球状シリカがより好ましい。

[0038] フィラーには、弾性表面波素子11と実装基板13との間の空間の高さの40%以上の粒径のフィラーが含まれることが好ましい。このような構成にすることによって、想定以上の圧力によってバンプ17が潰れた場合でも、弾性表面波素子11と実装基板13との間の空間の高さは、最低でも40%以上は確実に確保することができ、特にショート不良などの電気特性の不具合が発生しにくくなる。

[0039] 第2の樹脂21bと弾性表面波素子11との間には、必ず弾性率の小さな第1の樹脂21aが形成されていることが好ましい。このような構成にすることによって、弾性率が大きな第2の樹脂21bが直接弾性表面波素子11に接することがなくなる。この構成により、温度変化などによって弾性表面波素子11と実装基板13との間の間隙20の外縁部20aに存在する第2の樹脂21bが膨張収縮した時に、弾性表面波素子11に

加えられる応力を低減することができるため、第2の樹脂とは線膨張係数の異なるバンプ17に加えられる応力を低減することができる。

[0040] 本実施の形態2において、第2の樹脂21bは、第1の樹脂21aを介して実装基板13に接している。また、第3の樹脂21cは第1の樹脂21aまたは第2の樹脂21cを介して実装基板13に接している。従って、第2の樹脂21bおよび第3の樹脂21cは、直接には実装基板13に接していない。つまり、第2の樹脂21bと第3の樹脂21cは、弾性率の低い第1の樹脂21aに接しているだけで、弾性表面波素子11のみならず、実装基板13にも接していない。言い換えると、第2の樹脂21bと第3の樹脂21cは、弾性表面波素子11および実装基板13に対して、あたかも独立して存在しているように形成される。このような構造とすることによって、温度変化などで封止樹脂21から実装基板13へ加えられる応力を、弾性率の低い第1の樹脂21aの介在によって、低減することができる。すなわち、封止樹脂21の応力で実装基板13が撓むことを防ぐことができ、実装基板13からバンプ17に加えられる応力を低減し、温度サイクルなどに対する信頼性に優れた弾性表面波装置にすることができる。

[0041] 以上説明したように、本発明の弾性表面波装置は、封止樹脂を3層構造とし、最外層の樹脂の弾性率よりも中間層の樹脂の弾性率の方が大きく、最外層の樹脂の弾性率よりも最内層の樹脂の弾性率の方が小さい構成としたので、外部から強い圧力が掛かった際のバンプの潰れが抑制され、オープン不良やショート不良など電気特性の不具合を回避でき、かつ温度サイクルなどに対する信頼性を高くすることができる。また、製造が容易であるため、製造コストを低くすることが出来る。

産業上の利用可能性

[0042] 本発明にかかる弾性表面波装置は、製造時に高い圧力が掛かる電子部品モジュールや、この電子部品モジュールを用いた通信装置等に有用である。

[0043] また、本発明にかかる弾性表面波装置は、外部から強い圧力が掛かった際のバンプの潰れが抑制され、オープン不良やショート不良など電気特性の不具合を回避することができるので、耐圧力が必要な電子部品モジュールや通信装置等の用途にも適用できる。

請求の範囲

- [1] 弾性表面波装置であって、
電極が形成された第1面を有する弾性表面波素子と、
表面に電極を有し、前記第1面と所定の距離の間隙を設けて対向配置される実装基板と、
前記弾性表面波素子の前記電極と前記実装基板の前記電極とを接続するバンプと、
、
前記弾性表面波素子を覆うように前記実装基板上に形成される封止樹脂と、を有し、
、
前記封止樹脂は、それぞれ異なる弾性率を有する樹脂が3層以上積層されてなる積層体である、弾性表面波装置。
- [2] 前記封止樹脂が、
前記弾性表面波素子を包囲し、さらに前記弾性表面波素子の周辺の前記実装基板を覆う第1の樹脂と、
少なくとも第1の樹脂を覆う第2の樹脂と、
少なくとも第2の樹脂を覆う第3の樹脂と、を有し、
前記第3の樹脂が、前記第2の樹脂より小さな弾性率を有し、かつ前記第1の樹脂より大きな弾性率を有する、
請求項1記載の弾性表面波装置。
- [3] 前記弾性表面波素子側面に形成される前記第1の樹脂の厚さは、前記間隙の距離の $1/10 \sim 1/2$ である請求項2記載の弾性表面波装置。
- [4] 前記封止樹脂のうちの少なくとも前記第2の樹脂が、さらに、前記弾性表面波素子と前記実装基板との間隙の一部分に介在する、請求項2記載の弾性表面波装置。
- [5] 前記第2の樹脂が、フィラーが充填された樹脂である、請求項4記載の弾性表面波装置。
- [6] 前記フィラーが、前記間隙の距離の40%以上の大きさの直径を持つフィラーを含む、請求項5記載の弾性表面波装置。
- [7] 前記第2の樹脂および前記第3の樹脂が、直接実装基板に接することがない、請求

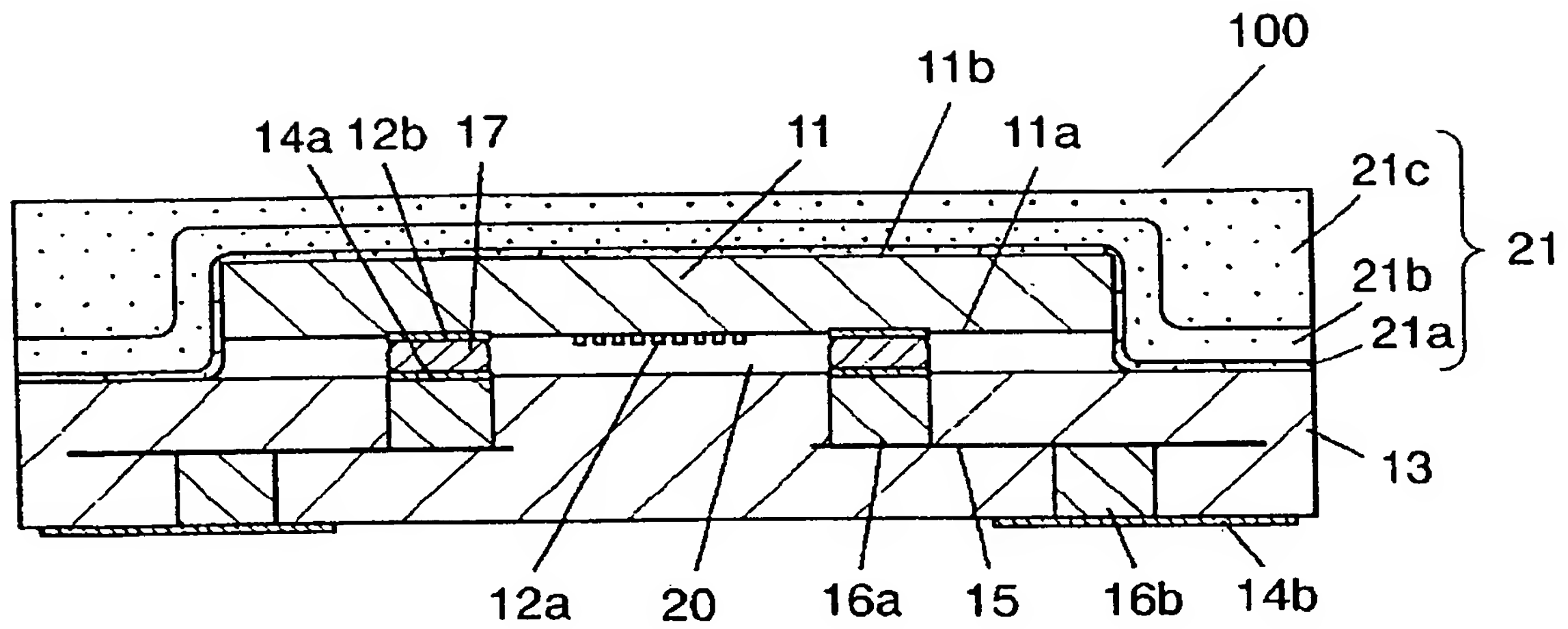
項2記載の弾性表面波装置。

- [8] 前記第2の樹脂は前記第1の樹脂を介して前記実装基板に接し、前記第3の樹脂は前記第1の樹脂または前記第2の樹脂を介して前記実装基板に接する、請求項2記載の弾性表面波装置。
- [9] 弾性表面波素子と実装基板とが、前記弾性表面波素子の励振部の面と前記実装基板の上面とが対面するように配置され、
前記弾性表面波素子のパッド電極と前記実装基板両者のパッド電極が電氣的に接続されるようにバンプで固定され、
前記弾性表面波素子の前記励振部と前記実装基板との間に振動空間が確保された形で前記弾性表面波素子を覆うように前記実装基板の上面が封止樹脂で封止された構成を有する弾性表面波装置であって、
前記封止樹脂は、
 前記弾性表面波素子の裏面および側面および前記実装基板の上面の少なくとも一部を覆う第1の樹脂と、
 少なくとも前記第1の樹脂を覆う第2の樹脂と、
 少なくとも前記第2の樹脂を覆う第3の樹脂との少なくとも3層構造からなり、
 前記第2の樹脂は前記第3の樹脂よりも弾性率が大きく、かつ前記第1の樹脂は前記第3の樹脂よりも弾性率が小さい弾性表面波装置。
- [10] 前記弾性表面波素子と前記実装基板にはさまれた空間の一部に、少なくとも前記第2の樹脂が存在する請求項9記載の弾性表面波装置。
- [11] 前記第3の樹脂の弾性率が、5GPa以上、10GPa以下である、
請求項1記載の弾性表面波装置。

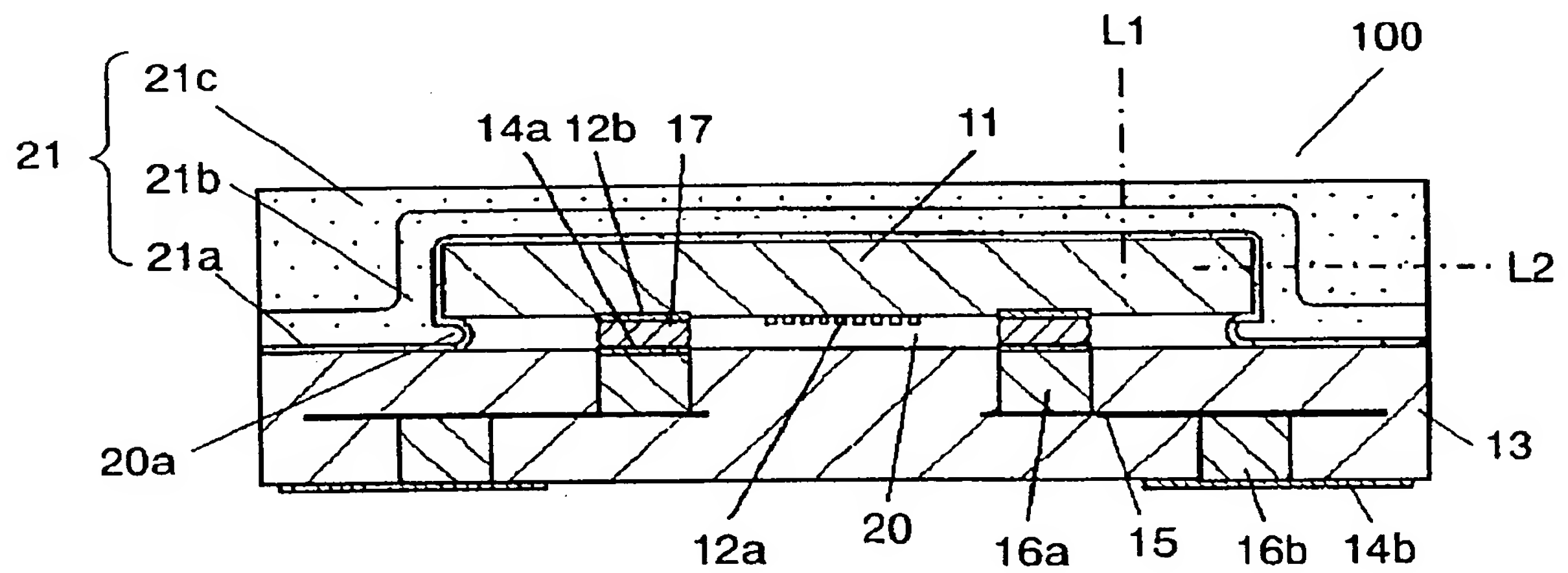
要 約 書

実装基板と弾性表面波素子を封止する封止樹脂を3層構造とし、最外層の樹脂よりも中間層の樹脂の弾性率が大きく、最外層の樹脂よりも最内層の樹脂の弾性率が小さい構造とする弾性表面波装置である。3層構造の封止樹脂が、外部から圧力が加わった際のバンプの潰れが抑制され、かつ温度変化によりバンプに加えられる応力が低減される。

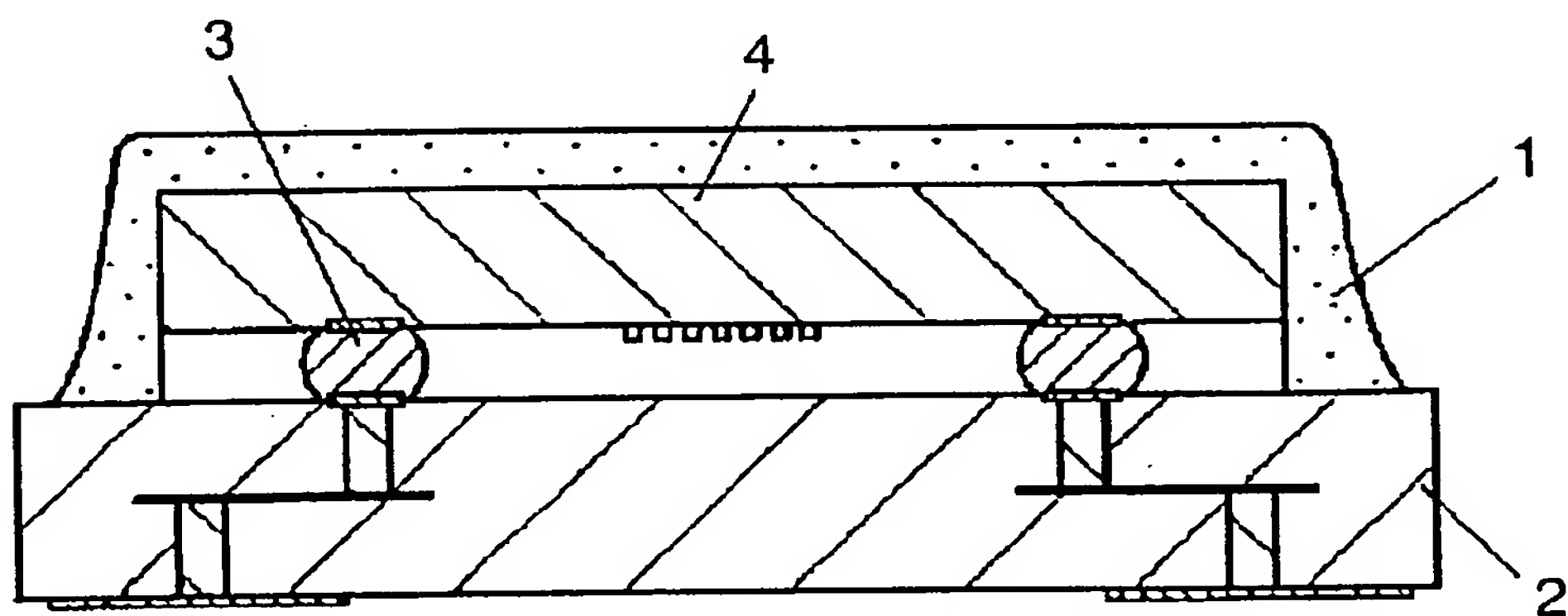
[図1]



[図2]



[図3A]



[図3B]

